

Universitätsspital Zürich
Klinik für Ohren-, Nasen-, Hals- und Gesichtschirurgie
Direktor: Prof. Dr. med. R. Probst
Bereich Audiologie, Leiterin Dr. med. D. Veraguth

Arbeit unter Leitung von Dr. med. D. Veraguth und PD Dr. med. A. Huber

Subjektive und objektive Resultate
der bilateralen Cochlea-Implantate

Inaugural-Dissertation

Zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
Andrea Maria Binkert
von Zufikon

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. R. Probst
Zürich 2009

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	3
2. Einleitung	5
3. Patienten und Methoden	8
4. Resultate	17
5. Diskussion.....	24
6. Literaturverzeichnis	28
7. Verdankungen.....	31
8. Anhang.....	32
9. Curriculum Vitae.....	43

1. Zusammenfassung

Hintergrund: Normalhörende haben durch das binaurale Hören einige Vorteile gegenüber dem monauralen Hören. Seit November 2003 bezahlt daher die Invalidenversicherung in der Schweiz die bilaterale Versorgung mit Cochlea Implantaten (CI). Somit konnte diese Behandlung in Zürich im internationalen Vergleich bei relativ vielen Patienten durchgeführt werden. Das Ziel dieser Studie war es, die Resultate nach bilateraler Implantation sowohl subjektiv wie auch objektiv zu messen und die bilateral versorgte Situation mit der unilateralen zu vergleichen.

Patienten und Methoden: Um in der Studie teilzunehmen, mussten unsere Patienten mindestens 16 Jahre alt sein und mehr als 6 Monate Hörerfahrung mit dem zweiten CI besitzen. Zudem mussten sie über die kognitiven Fähigkeiten verfügen, um an den Hörtests teilzunehmen.

Im objektiven Teil unserer Studie haben wir bei doppelseitig versorgten CI-Patienten einen Oldenburger Satztest in Ruhe und in Störlärm durchgeführt. Im Störlärm wurden in der Versuchsanordnung dabei die drei Effekte simuliert, die beim Normalhörenden dafür verantwortlich sind, dass das binaurale Hören besser ist als das monaurale Hören. Dabei handelt es sich um den „Head Shadow Effect“, den „Summation Effect“ und den „Squelch Effect“. Der Patient hatte dafür jeweils beide und dann nur eines seiner zwei CI eingeschaltet, so dass für jede Testsituation die bilaterale Situation mit der unilateralen Situation verglichen werden konnte. Die Patienten dienten sich somit selbst als Kontrollgruppe und wir konnten die interaurale Differenz in Ruhe und im Störlärm feststellen. Zudem führten wir einen Lokalisationstest in der horizontalen Ebene durch. Dabei waren beide CI eingeschaltet.

Den subjektiven Teil der Studie haben wir mittels eines standardisierten und validierten Fragebogens (SSQ Fragebogen, siehe Anhang) erhoben. Dieser wurde auch von einer Kontrollgruppe von unilateral versorgten Patienten ausgefüllt, mit denen dann die subjektiven Daten verglichen werden konnten.

Am Schluss wurden die subjektiven und objektiven Resultate unserer Studienpatienten miteinander korreliert. Ein besonderer Schwerpunkt wurde dabei auf die Auswirkungen des Zeitintervalls zwischen dem ersten und dem zweiten Implantat gelegt.

Resultate: Bei den bilateral versorgten Patienten wurde eine interaurale Differenz von 18 +/- 27% in Ruhe, beziehungsweise 3 +/-2.2 dB SNR in Störlärm (Mittelwert +/- SD) gemessen.

Im objektiven Teil der Studie zeigte sich für die Situation beim Oldenburger Satztest im Störlärm in der Versuchsanordnung des „Head Shadow Effects“ ein statistisch signifikanter Vorteil ($p < 0.05$), wenn die Sprachquelle von der aktivierten Seite her kam.

Die mittleren Resultate für die bilaterale Situation waren bei den Versuchen des „Summation Effects“, des „Squelch Effects“ und des Oldenburger Satztests in Ruhe besser als für die unilaterale Situation, jedoch nicht statistisch signifikant.

Im subjektiven Teil der Studie zeigte sich in allen Bereichen eine bessere Zufriedenheit der bilateral versorgten Gruppe gegenüber der unilateralen, allerdings waren diese Ergebnisse ebenfalls nicht statistisch signifikant.

Die subjektiven und objektiven Resultate korrelierten teilweise statistisch signifikant und es zeigte sich, dass die Personen, die im subjektiven Teil eine höhere Zufriedenheit angegeben hatten, auch im entsprechenden Hörtest besser abschnitten. Statistisch signifikant ($p < 0.05$) korrelierten der Lokalisationstest und das räumliche Hören, sowie der Oldenburger Satztest in Ruhe und die Hörqualität. Der Test zum „Squelch Effect“ und das Sprachverständnis korrelierten zwar ebenfalls miteinander, jedoch nicht statistisch signifikant ($p = 0.078$).

Zudem zeigte sich eine starke Korrelation zwischen der interauralen Differenz des Sprachverständnisses in Ruhe und dem Zeitintervall zwischen dem ersten und dem zweiten Implantat ($p < 0.001$ $r^2 = 55\%$).

Schlussfolgerung: Die bilaterale CI-Versorgung zeigt sowohl objektiv wie auch subjektiv messbare Vorteile gegenüber der unilateralen Versorgung. Das Sprachverständnis im Störlärm wird mit deutlicher Evidenz verbessert, da das zweite Implantat das Hörfeld erweitert. Die Kommunikation im Alltagsleben wird erleichtert, was im subjektiven SSQ-Test bestätigt wurde. Die statistische Korrelation dieser subjektiven und objektiven Resultate bestätigt ebenfalls den Nutzen im täglichen Gebrauch mit der bilateralen CI-Versorgung. Auch sichert die bilaterale Implantation den Nutzen des besseren Ohres bei interauraler Asymmetrie, da präoperativ das bessere postoperative Ohr nicht evaluiert werden kann. Obwohl die Verbesserung mit der Implantation eines zweiten CIs noch nach einem langen Implantations-Intervall messbar ist, führen kurze Intervalle zu besseren Resultaten.

2. Einleitung

Gegenwärtig sind weltweit über 100 000 Hörgeschädigte mit einem Cochlea Implantat versorgt, aber nur wenige von diesen Personen wurden bisher bilateral operiert (1).

Am Universitätsspital Zürich werden seit 1977 CI eingesetzt. Seit damals steigt die Zahl der Implantationen pro Jahr stetig an (Abb.1, Abb.2, Abb.3). Aktuell sind es ca. 50 derartige Eingriffe, die pro Jahr in Zürich durchgeführt werden. Der letztmalige Anstieg dieser Zahl ist vor allem auf die doppelseitig implantierten Patienten zurückzuführen. Zudem hat nun vermehrt medizinische Evidenz (2, 3, 4, 5) die Vorteile der beidseitigen Versorgung gezeigt. Seit November 2003 wird der Zweiteingriff von der IV bezahlt, weshalb besonders in der Schweiz die Zahlen der bilateralen Implantation zugenommen haben.

Von Normalhörenden weiss man, dass das binaurale Hören im Vergleich zum monauralen Hören einige Vorteile mit sich bringt (6, 7). Es ermöglicht eine bessere Lokalisation der Schallquelle im Raum (8), ein besseres Hören in Ruhe und speziell ein besseres Hören in lärmiger Umgebung. Diese Vorteile sind besonders ausgeprägt messbar bei Sprachverständnistests mit räumlich vom Störlärm getrennter Sprache (9, 10, 11, 12, 13).

Die doppelseitig versorgten CI-Patienten sind im Allgemeinen sehr zufrieden mit ihrem Resultat und berichten über ein klareres Signal, weniger Ermüdung und besseres Hören im Vergleich zur Situation, als sie nur einseitig mit einem CI versorgt waren. Nur sehr selten ziehen sie es vor, die Hörhilfe abzuschalten, nämlich nur wenn der Lärm störend ist und sie nicht auf Geräusche zur Orientierung oder zum Verständnis angewiesen sind.

Dank der neuronalen Plastizität des Gehirns gibt es in der Regel bei einer kürzeren Taubheitsdauer bei post-lingual ertaubten Erwachsenen oder der Implantation bei Kleinkindern ein besseres funktionelles Resultat (14, 15, 16, 17).

Obwohl bei der sequentiellen bilateralen Implantation über einen signifikanten Vorteil bezüglich Sprachwahrnehmung berichtet wurde, scheinen diese Vorteile für lange Zeitintervalle schwächer zu sein (5, 18).

Es stellte sich deshalb die Frage, ob sich diese geschilderten und theoretisch vorhandenen, vom Normalhörenden ableitbaren Vorteile des binauralen Hörens auch

objektiv und subjektiv messen lassen und ob diese Resultate miteinander korrelieren. Zusätzlich interessierte uns, ob diese Resultate mit der Taubheitsdauer, mit der Zeit zwischen dem ersten und zweiten Implantat und dem postoperativen Verlauf assoziiert sind. Die vorliegende Arbeit versucht diese Fragen zu beantworten und beinhaltet eine Analyse von Hörtests, die wir zur objektiven Einschätzung des Hörvermögens durchgeführt haben, und von Fragebögen, die wir zur Beurteilung des subjektiven Hörens ausgewertet haben.

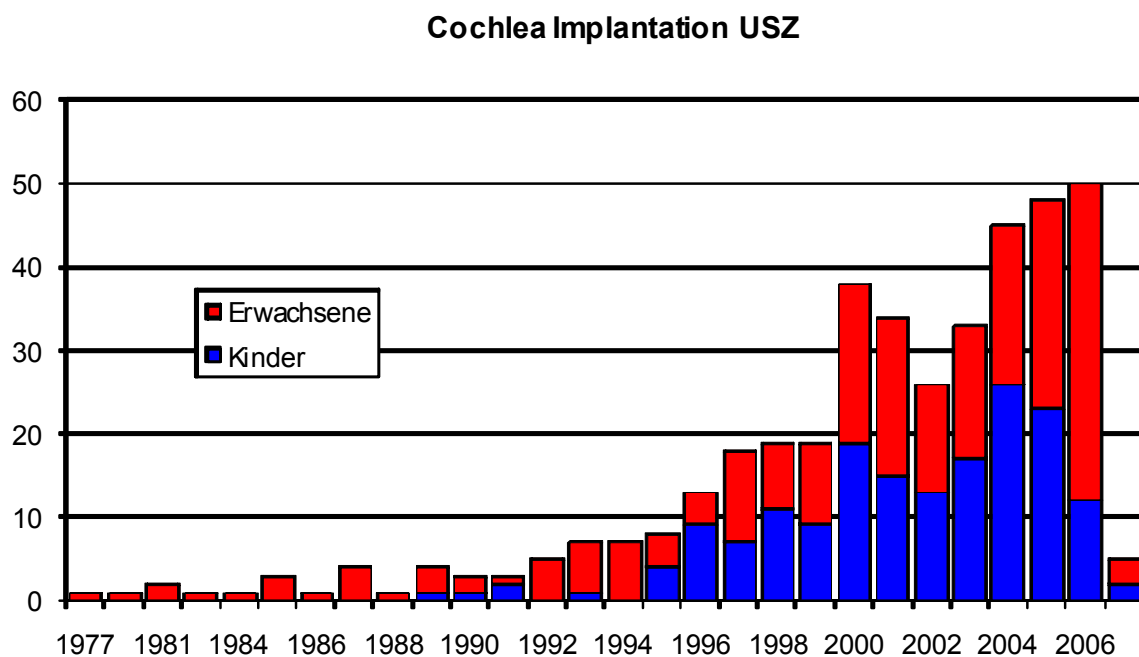


Abb.1

Bilaterale Cochlea Implantation

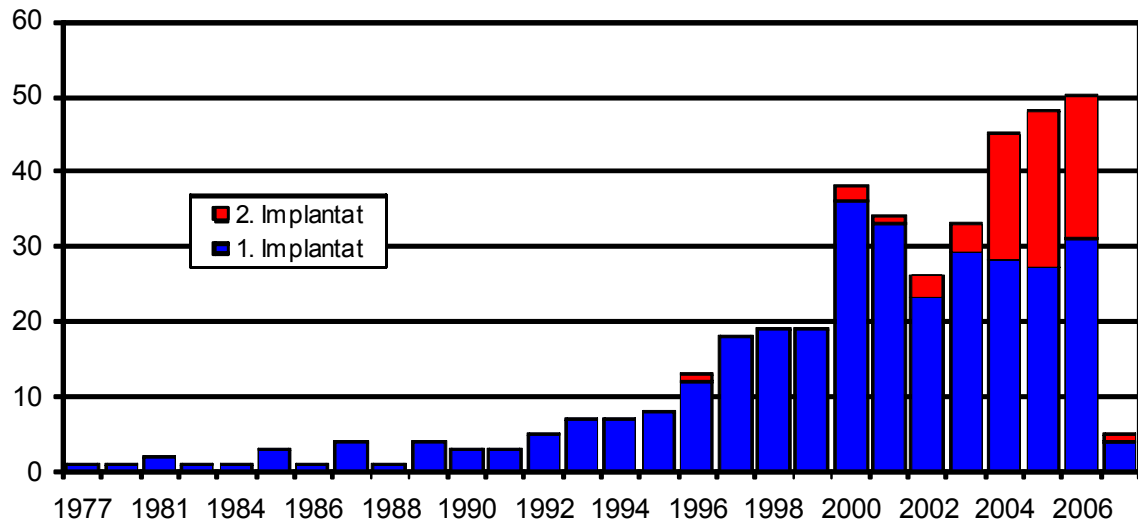


Abb.2

Bilaterale Cochlea Implantation: 2. Implantat

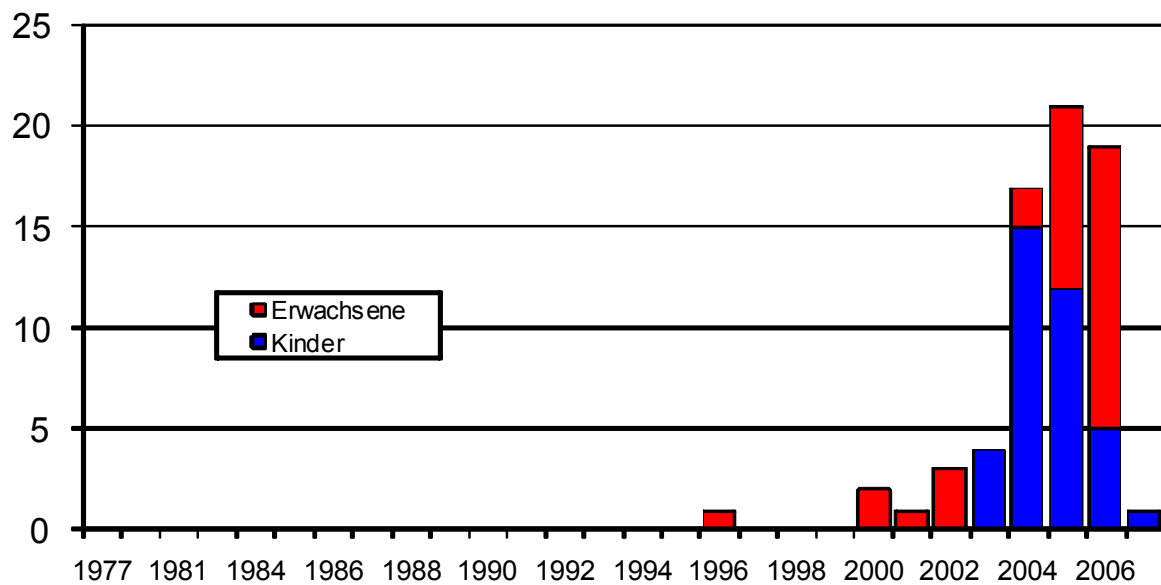


Abb.3

3. Patienten und Methoden

Patienten

In die Studie wurden alle bilateral versorgten Patienten eingeschlossen, die am Universitätsspital Zürich operiert wurden. Die Patienten mussten zudem über 16 Jahre alt sein, mehr als 6 Monate Hörfahrung mit dem zweiten CI besitzen und über die kognitiven Fähigkeiten verfügen um an den Tests teilzunehmen. Alle Patienten haben ein Nucleus Gerät und verwenden den Esprit 3G, den Esprit 22, den Esprit 23, den SP-12 oder Nucleus Freedom Sprachprozessor (Cochlear®). Es spielte dabei keine Rolle, wie und wann die Patienten ertaubten. Die Gruppe besteht aus sehr verschiedenen Patienten, z.B. solche die von Geburt an hörgeschädigt waren und andere, die durch einen Unfall oder eine Krankheit ertaubten und vorher eine normale Sprach- und Gehörentwicklung durchlebten. Die Patienten waren für die Tests frei in der Wahl des Programms und der Lautstärke am CI.

Zum Zeitpunkt des Studienbeginns waren insgesamt 338 Patienten mit einem CI in Zürich versorgt worden. Davon waren 34 Patienten doppelseitig versorgte Erwachsene (100%). Von diesen nahmen 5 nicht an der Studie teil. Davon erfüllten zwei (6%) nicht die kognitiven Kriterien für die Tests und zwei weitere (6%) wollten aus nicht genannten Gründen nicht an der Studie Teil nehmen. Einer (3%) konnte nicht erreicht werden. Die Studiengruppe umfasste schliesslich 29 Patienten (85% der doppelseitig versorgten Erwachsenen). Von diesen Patienten waren 4 nicht in der Lage, beim adaptiven Oldenburger Satztest in Störlärm das erforderliche Minimum von 50% korrekte Antworten zu erreichen und konnten deshalb nicht in die statistischen Analysen mit einbezogen werden.

Zwei Patienten wurden simultan operiert und 27 sequentiell. Die Dauer des Hörverlustes lag bei 5.4 +/- 6.4 Jahren (Mittelwert +/- SD). Die volle Insertion aller 21 Elektroden des Implantats wurde bei allen Patienten erreicht.

Im subjektiven Teil der Studie haben wir unsere bilateral versorgten Studienpatienten mit unilateral versorgten Patienten (Kontrollgruppe) verglichen. Diese Kontrollgruppe umfasste 25 Patienten, die ebenfalls am Universitätsspital Zürich operiert wurden. Jedem bilateral versorgten Patienten entsprach ein unilateral versorgter Patient, der in der Tragedauer nicht mehr als 7 Jahre Abweichung zum bilateral versorgten Patienten (2. CI) hatte und nicht mehr als 1 Jahr von dessen Implantationsalter (2.

CI) abwich. Es wurde darauf geachtet, dass nicht z.B. die Resultate eines 17-Jährigen und einer 11-Jährigen miteinander verglichen wurden, da zu erwarten ist, dass sich das Gehör in der Pubertät stärker ändert. Zudem stimmen die unilateral versorgten Patienten mit den bilateral versorgten Patienten auch im Geschlecht überein.

Methoden

Um objektive und subjektive Daten zu erhalten, führten wir Hörtests durch und liessen die Patienten einen Fragebogen ausfüllen. Dies diente dazu, unilaterale und bilaterale Leistungen zu vergleichen.

Objektive Erfassung: Um objektiv festzuhalten, wie viel die Patienten hören, haben wir jeweils einen Lokalisationstest, einen Oldenburger Satztest (19) in Ruhe und einen Oldenburger Satztest im Störlärm in drei verschiedenen Versuchsanordnungen durchgeführt. Diese drei Versuchsanordnungen simulierten drei Effekte: den „Summation Effect“, den „Squelsh Effect“ und den „Head Shadow Effect“ (20, 21). Alle Tests wurden in einem möglichst anechoischen schallgeschützten Raum durchgeführt.

Der *Lokalisationstest* wurde mit beiden CI eingeschaltet durchgeführt. Um den Patienten wurden im Kreis (ca. 3m Durchmesser) in 30° Abstand zueinander 12 Lautsprecher in der horizontalen Ebene (ca. 1m vom Boden) aufgestellt. Jeder Lautsprecher hatte eine deutlich sichtbare Nummer entsprechend dem Zifferblatt einer Uhr, bei dem der Patient frontal vor der 12 sass. In zufälliger Reihenfolge kam jeweils Störlärm (Lautstärke 65 dB, Dauer 500 ms) aus einem dieser Lautsprecher. Der Patient musste auf einem Touchscreen den Lautsprecher markieren, den er für den Verursacher des Lärms hielt (Abb.4). Insgesamt wurden 35 Lokalisierungs-Antworten erhoben und daraus für jeden Patienten die Abweichung in Grad für alle Antworten zusammen errechnet. Diese Daten der einzelnen Patienten wurden für die statistische Korrelation der objektiven und subjektiven Resultate gebraucht. Zusätzlich wurde die gemittelte Abweichung für die ganze Patientengruppe bestimmt.



Abb.4

Mit dem Oldenburger Satztest wird die Sprachverständlichkeit getestet, die wir als den Anteil richtig verstandener Worte in den Hörtests definieren. So wird die Sprachverständlichkeit messtechnisch zugänglich. Eine Besonderheit des Oldenburger Satztests ist, dass er nur aus insgesamt 50 Wörtern besteht, die in verschiedenen Kombinationen zur Anwendung kommen. Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass beliebig viele Messungen durchgeführt werden können, da die Sätze nicht auswendig gelernt werden können und daher durch mehrmaligen Einsatz nicht verbraucht werden. Alle Wörter des Satztests wurden so gewählt, dass sie zum Wortschatz von Kindern ab dem 1. Schuljahr gehören sollten (19).

Beim *Oldenburger Satztest in Ruhe* sass der Patient frontal vor einem Lautsprecher (0°), welcher bei einer Lautstärke von 65 dB SPL 20 Sätze vorsprach, die der Patient dann wiederholen musste. Darauf wurde jedes korrekte Wort im Computer angegeben und am Schluss errechnet, wie viel Prozent der Patient verstanden hatte. Dieser Test wurde jeweils mit beiden CI, nur mit dem rechten und nur mit dem linken einzeln durchgeführt (Abb.5a-c). Die Mehrheit der CI-Patienten hat eine interaurale

Asymmetrie in der Konfiguration ihres Hörverlustes oder in der grundsätzlichen Fähigkeit der Sprachverständlichkeit; deshalb wurde mit dem Oldenburger Satztest in Ruhe für jeden Patienten das besser und das schlechter funktionierende Ohr bestimmt.

Oldenburger in Ruhe

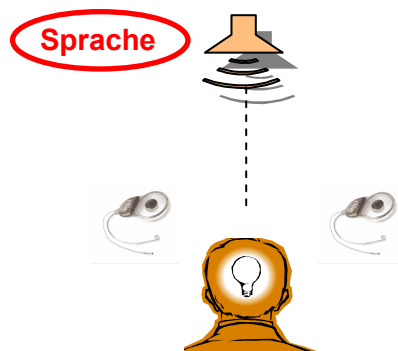


Abb. 5a

Oldenburger in Ruhe

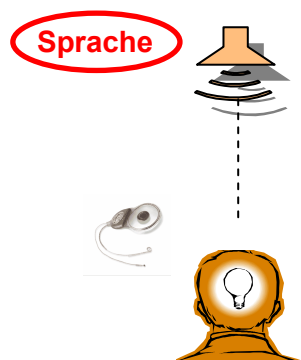


Abb. 5b

Oldenburger in Ruhe

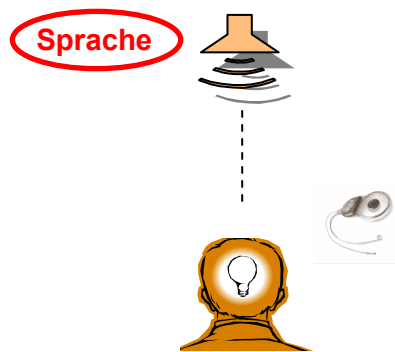


Abb.5c

Beim *Oldenburger Satztest im Störlärm* handelt es sich um einen adaptiven Hörtest. Der Störlärm ist auf 65 dB SPL fixiert. Die Sprache variiert in der Lautstärke. Je nachdem ob der Patient alle oder mehrere Worte versteht, wird die Sprache etwas leiser und wenn er nichts oder nur ein Wort versteht, wird sie wieder lauter. Der Signalpegel bei dem der Patient 50 % der Sätze versteht, wird somit adaptiv ermittelt. Die Differenz dieses Signalpegels zum Lärmpegel (=65 dB SPL) ergibt die „Signal-to-Noise Ratio“ (SNR). Wenn zum Beispiel ein Patient bei einem Lärmpegel von 65 dB SPL und einem Signalpegel von 57 dB SPL 50% der Wörter versteht, ist die SNR -8 dB (19).

Bei den Oldenburger Satztests im Störlärm bildeten die Studienpatienten gleichzeitig ihre eigene Kontrollgruppe, indem sie jeweils beide oder aber nur eines ihrer CI eingeschaltet hatten. Die Herkunft der Sprache oder des Störlärms variierte dabei entsprechend dem Effekt, der simuliert werden sollte. Bei jeder Einstellung wurden dabei 30 Sätze getestet. Folgende Einstellungen wurden durchgeführt (Abb.6):

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| - CI beidseits | - Sprache 0° Störlärm 0° |
| | - Sprache 45° Störlärm -45° |
| | - Sprache -45° Störlärm 45° |
|
 | |
| - CI rechts | - Sprache 0° Störlärm 0° |
| | - Sprache 45° Störlärm -45° |
| | - Sprache -45° Störlärm 45° |

- CI links
 - Sprache 0° Störlärm 0°
 - Sprache 45° Störlärm -45°
 - Sprache -45° Störlärm 45°

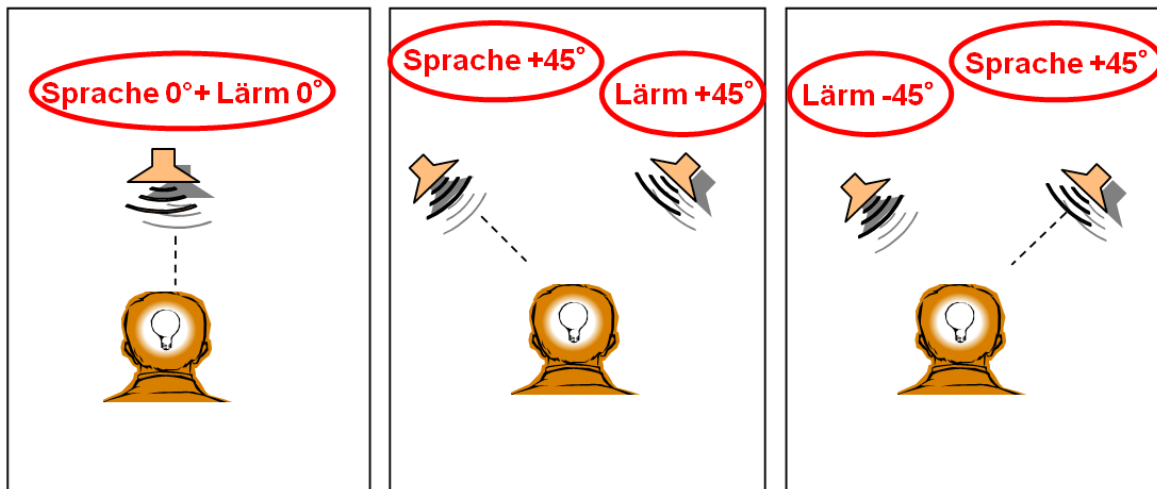


Abb. 6

Die Versuchsanordnungen für den Oldenburger Satztest im Störlärm simulierten dazu die drei Effekte, die dafür bekannt sind, dass beim Normalhörenden das binaurale Hören im Störlärm besser ist als das monaurale Hören. Es handelt sich dabei um den „Summation Effect“, den „Squelch Effect“ und den „Head Shadow Effect“.

Der „Summation Effect“ (22) resultiert aus der bilateralen Summation der Lautstärke und der binauralen Redundanz. Die Lautstärke ist eine reine Summation der Intensität des Signals und die Redundanz repräsentiert die binaurale neuronale Verarbeitung der zwei Signale durch das Hirn. Wenn der selbe auditorische Input mit den gleichen Charakteristiken auf beide Ohren trifft, kann das Hirn die überlappende Information dazu brauchen, das Sprachverständnis zu verbessern. Bei der Versuchsanordnung kommt deshalb das Signal sowie der Störlärm von frontal (0°). Der Patient hat dabei zuerst sein linkes, dann beide und schliesslich nur sein rechtes CI eingeschaltet (Abb.7a). Die SNR wurde bei einem Störlärm von 65 dB SPL gemessen.

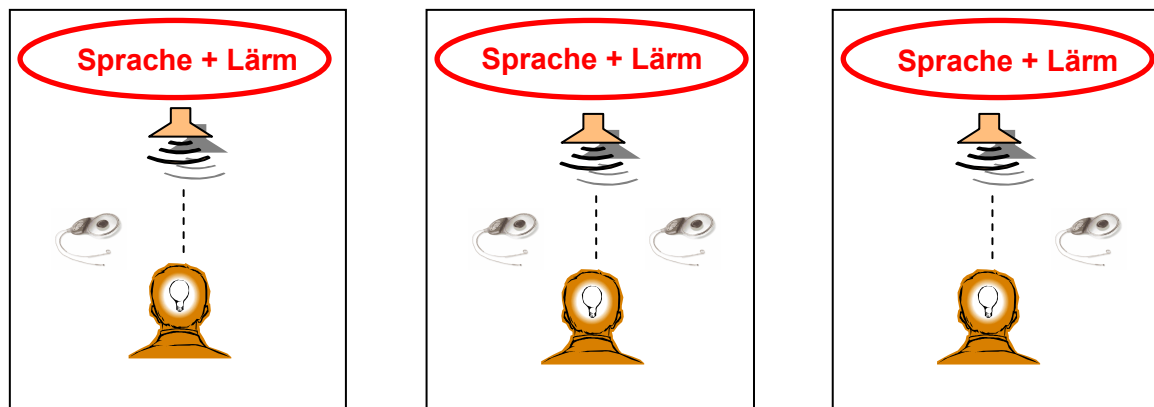


Abb. 7a „**Summation Effect**“

Der „Squelch Effect“ (23) ist ein reiner Verarbeitungseffekt und resultiert aus der Fähigkeit des Gehirns sich verschiedene auditorische Inputs zum rechten und zum linken Ohr zu Nutzen zu machen. Verschiedene auditorische Inputs kommen beim selben Signal vor, wenn die Schallquelle näher beim einen als beim anderen Ohr ist. Das ist die häufigste Situation im Alltag, da dies immer der Fall ist, wenn die Schallquelle nicht genau auf 0° oder 180° ausgerichtet ist. In einer solchen Situation variieren die Intensität und das zeitliche Auftreffen des Signals für jedes Ohr. Durch diese Laufzeitunterschiede kann das Gehirn die Informationen der beiden Ohren getrennt verarbeiten. Durch diese zusätzlichen Informationen verbessert sich das Sprachverständnis. Praktisch bedeutet dies, dass wenn das Signal von der besseren Seite kommt, das Verständnis sogar durch das Vorhandensein einer schlechteren Seite, die sogar noch höher dem Störlärm ausgesetzt ist, verbessert wird. In der Testanordnung kommen das Signal von der Seite des besseren Ohres und der Störlärm von der Seite des schlechteren Ohres in einem Winkel von $+45^\circ$ respektive -45° . Hier wird die doppelseitige Situation verglichen mit der Situation, wo der Patient nur sein besseres, also das dem Signal zugewandte CI eingeschaltet hat (Abb. 7b).

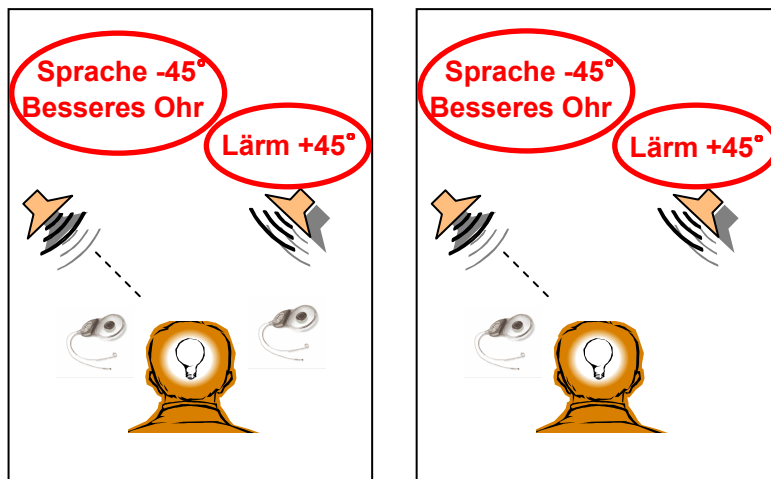
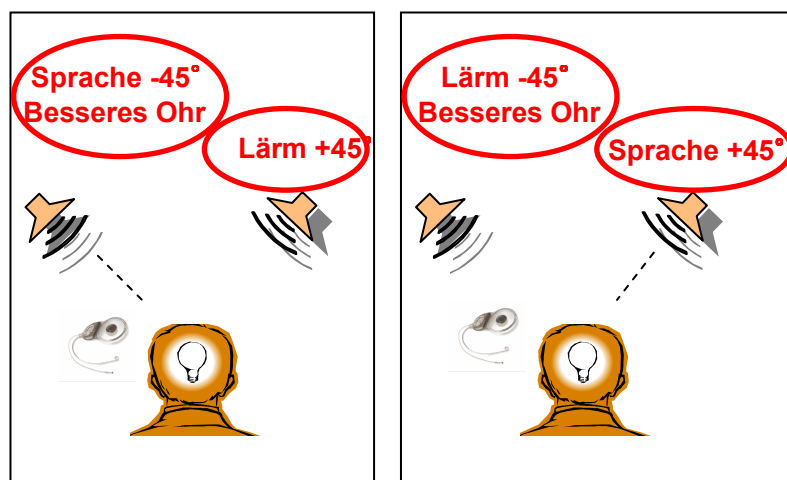


Abb. 7b „Squelch Effect“

Der „Head Shadow Effect“ (24) ist ein physikalischer Effekt. Die Sprache und der Störlärm sind ebenfalls räumlich getrennt. Der Patient hört jeweils auf der Seite besser, wo das Ohr näher an der Sprache ist, auf der Seite also, auf der er die besseren Signal-Rausch-Verhältnisse („Signal-to-Noise Ratio“) hat. Die Hörverbesserung ist also keine Konsequenz der binauralen Verarbeitung, sondern eine Konsequenz der bilateralen Versorgung mit CI, weil dann der Patient zwei verschiedene Signal-Rausch-Verhältnisse zur Verfügung hat und immer ein Ohr näher an der Schallquelle ist. In den Testbedingungen hat der Patient immer nur ein CI eingeschaltet. Dabei kommt das Signal einmal von der Seite des eingeschalteten, guten CIs und der Störlärm von der anderen Seite und das andere Mal umgekehrt (Signal – schlechteres Ohr, Lärm – besseres Ohr) (Abb. 7c).



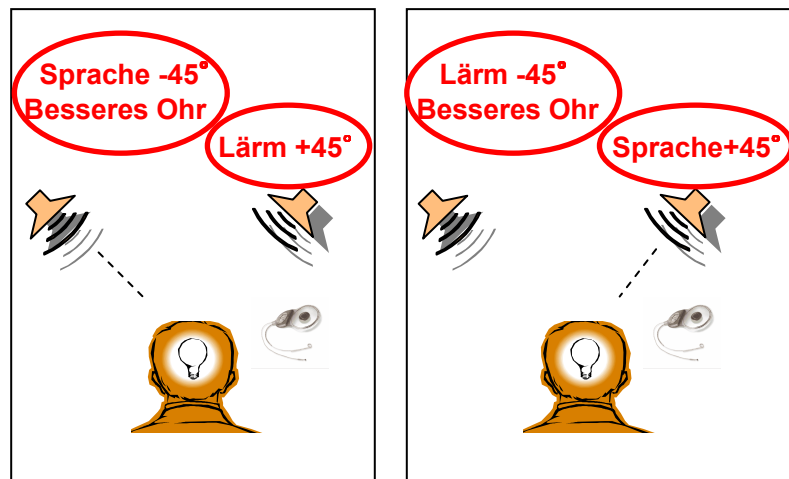


Abb. 7c „Head Shadow Effect“

Subjektive Erfassung: Sowohl die Studienpatienten wie auch die Patienten der Kontrollgruppe haben den standardisierten und validierten SSQ Fragebogen (25, Anhang) ausgefüllt. SSQ steht für Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale und wurde zur Messung von Hörbehinderungen verschiedener Ursachen entwickelt. Besonderen Wert legte man dabei auf das Sprachverständnis in diversen Situationen und auf Richtungs-, Distanz- und Bewegungskomponenten des räumlichen Hörens. Dabei achtete man auch auf die Fähigkeit, verschiedene Geräusche voneinander zu trennen und auf das Verständnis, wenn mehrere Leute gleichzeitig sprechen, was im Alltag sehr häufig vorkommt. Die Qualität beinhaltet das anstrengungslose Zuhören, die Natürlichkeit und Klarheit der gehörten Sprache oder Musik und die Möglichkeit den Sprecher zu identifizieren.

Statistische Analysen: Zum Vergleich der unilateralen und bilateralen Bedingungen wurde der gepaarte Student's t-Test verwendet und mit dem SPSS 14.0 durchgeführt.

Korrelation: Die objektiven und subjektiven Resultate der Hörtests und Fragebogen, sowie die Zeitintervalle (Dauer der Taubheit, Implantationsintervall, Verlauf) wurden mittels ANOVA Multivarianz Analyse und multipler linearer Regression verglichen.

4. Resultate

Beim Lokalisationstest zeigte sich bei den bilateral versorgten Patienten bei je 35 Versuchen gemittelt eine Abweichung von 57° von der jeweils aktuellen Schallquelle. Das heisst, dass sie sich bei den in einem Kreis aufgestellten Lautsprechern durchschnittlich um 57° bei der Angabe der Schallquelle verschätzten. Diese Resultate wurden vor allem für die Korrelation verwendet. Ein Normalhörender würde bei diesem Test etwa $2-3^\circ$ abweichen.

Beim Oldenburger Satztest in Ruhe zeigte sich für die bilateral versorgte Situation ein statistisch signifikanter Vorteil ($p < 0.05$) gegenüber dem postoperativ schlechteren Ohr alleine. Das Sprachverständnis bei 65 dB SPL war um 18% besser in der bilateralen Situation. Gegenüber dem besseren Ohr konnte kein Vorteil nachgewiesen werden. Bilateral versorgt oder nur mit dem besseren Ohr konnten die Patienten im Mittel 69% verstehen, mit dem schlechteren Ohr nur 51%; ein Normalhörender würde im Vergleich dazu 100% erreichen (Abb.8).

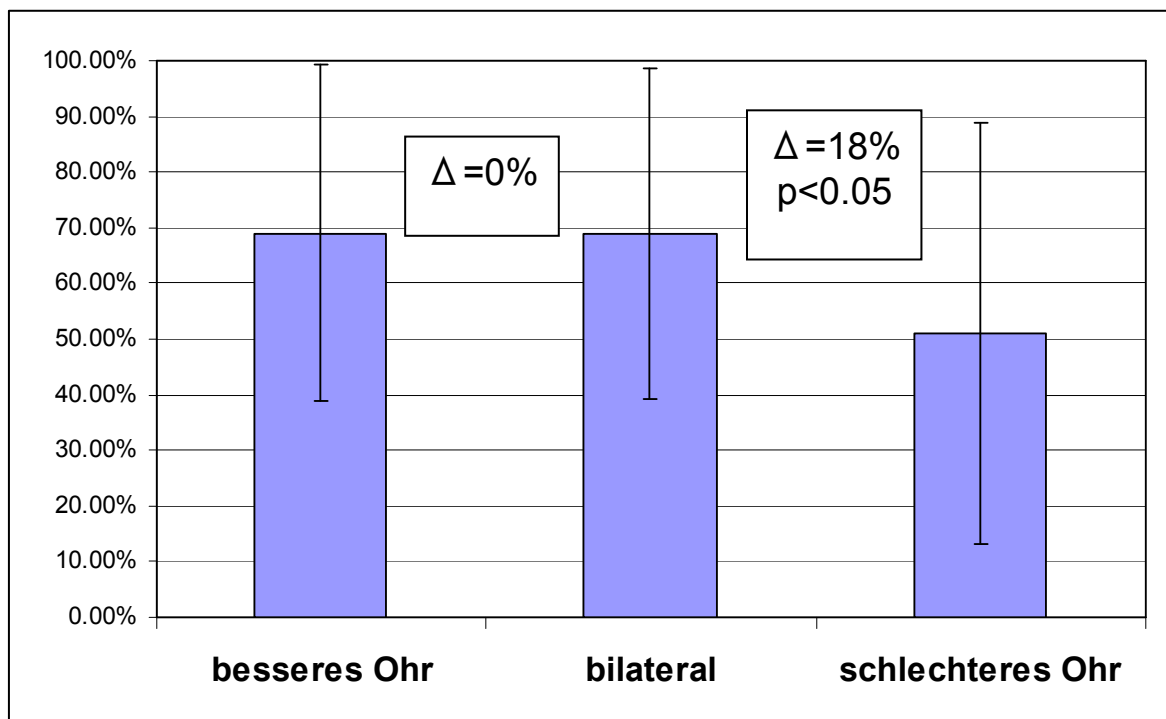


Abb.8 Oldenburger Satztest in Ruhe ($n=23$). Die Skala zeigt den Prozentsatz an korrekt verstandenen Worten für ein fixes Präsentationslevel von 65 dB SPL mit dem Signal von frontal (0°). Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung an.

Beim Oldenburger Satztest im Störlärm zeigten sich für die Anordnung des „Summation Effect“ (Abb.9) und „Squelch Effect“ (Abb.10) bessere Mittelwerte für die bilaterale Situation, diese war jedoch nicht statistisch signifikant ($p > 0.05$) im Vergleich zum besseren Ohr alleine.

Beim „Summation Effect“ war die bilaterale Situation durchschnittlich 0.5 dB (-3.4 dB SNR vs. -2.9 dB SNR, $p > 0.05$) besser als die Situation mit dem besseren Ohr und 3 dB (-3.4 dB SNR vs. 0.4 dB SNR, $p < 0.05$) besser als die Situation mit dem schlechteren Ohr (Abb.10). Die Differenz zwischen dem besseren und dem schlechteren Ohr war 2.5 dB ($p < 0.05$).

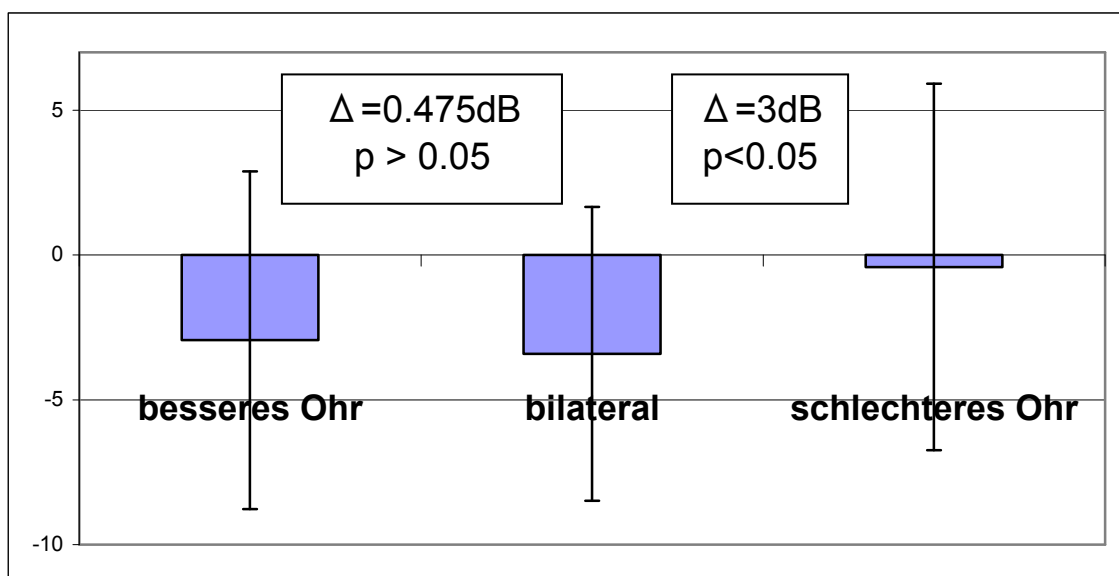


Abb.9 Summation Effect (n=16). Die Skala zeigt die SNR. Der Störlärm betrug 65 dB SPL. Signal und Störlärm kamen von frontal (0°). Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung an.

Die Differenz zwischen dem schlechteren und dem besseren Ohr war 18 +/- 27 % (Mittelwert +/- SD, $p < 0.05$) beim Oldenburgersatztest in Ruhe und 3 +/- 2.2 dB SNR im Störlärm (Mittelwert +/- SD, $p < 0.05$).

Beim „Squelch Effect“ zeigte sich eine durchschnittlich um 0.1 dB (-8.4 dB SNR vs. -8.3 dB SNR, $p > 0.05$) bessere Situation bei den bilateral versorgten Patienten im Vergleich zum besseren Ohr alleine (Abb.10).

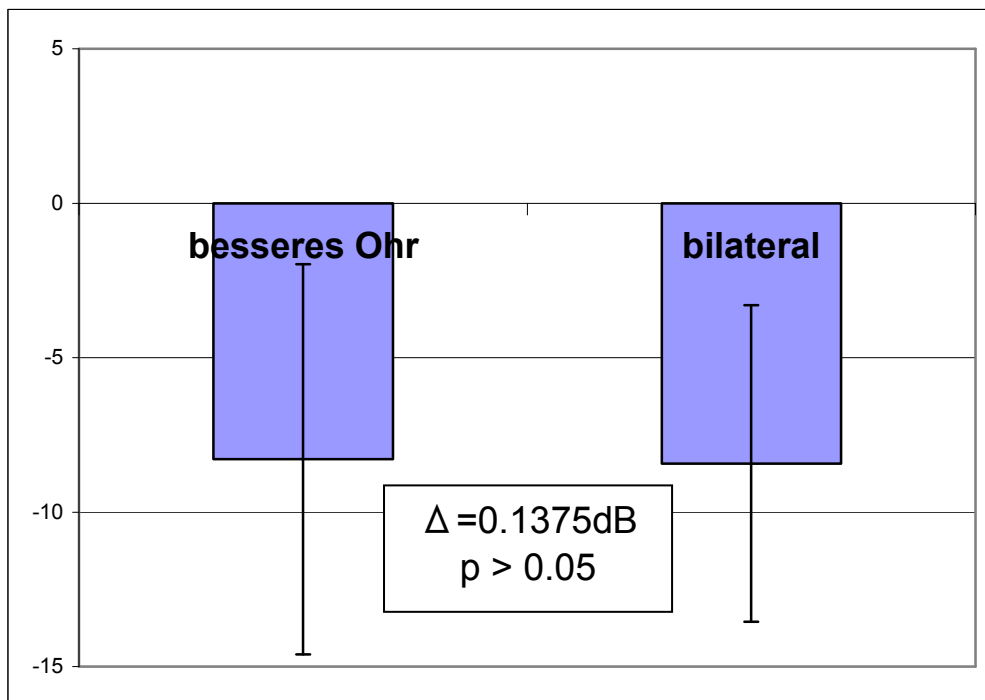


Abb.10 Squelch Effect (n=16). Die Skala zeigt die SNR. Der Störlärm betrug 65 dB SPL. Die Sprache kam von der Seite des besseren Ohrs (+/-45°), der Störlärm von der Seite des schlechteren Ohrs (+/-45°). Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung an.

Eine positive SNR wird graphisch über der X-Achse (0-Linie) dargestellt und bedeutet, dass mit dem angebotenen Sprachlevel 50% verstanden werden konnte, wenn die Sprache lauter als der Störlärm präsentiert wurde. Dem entsprechend bedeuten die Werte unter der X-Achse, dass die Sprache leiser als der Störlärm war. Wie die Daten zeigen, ist ein gegebenes Sprachverständnis mit binauraler Stimulation bei einer tieferen SNR erreichbar verglichen mit monauraler Stimulation. Im Durchschnitt konnten 50% der Sprache verstanden werden, wenn die Sprache bei einer Lautstärke von 61.5 dB und Störlärm von 65 dB von frontal präsentiert wurde („Summation Effect“). Wenn die Sprache im 45°-Winkel zum besseren Ohr präsentiert wurde, konnten 50% bei einer Lautstärke von 57 dB und Störlärm von 65 dB verstanden werden („Squelch Effect“).

Beim „Head Shadow Effect“ (Abb.11) wurden beide Seiten getrennt getestet. Es zeigte sich einerseits, dass die Resultate statistisch signifikant besser ($p < 0.05$) waren, wenn die Sprache von der aktivierten Seite herkam. Im Alltag ist dies für die Patienten sehr wichtig, da z.B. ein Patient, der links sein besseres Ohr hat (mit einem CI versorgt), ein Auto, das von hinten rechts kommt, nicht gut orten kann. Der Patient

würde also in dieser Situation auf jeden Fall von der bilateralen Versorgung profitieren, selbst wenn sein schlechtes Ohr der Signalquelle zugewandt wäre. Andererseits zeigte sich auch hier, wie schon beim Oldenburger Satztest in Ruhe, dass nach bilateraler Versorgung eine erhebliche Seitendifferenz besteht ($\Delta = 6\text{dB}$), welche vor der Operation nicht vorausgesehen werden kann. In 63% (10 von 16 Patienten) führte der „Head Shadow Effect“ zu einem besseren Sprachverständnis (mittlere SNR 2.2 dB) auf der Seite der Sprache, auch wenn diese vom schlechteren Ohr herkam.

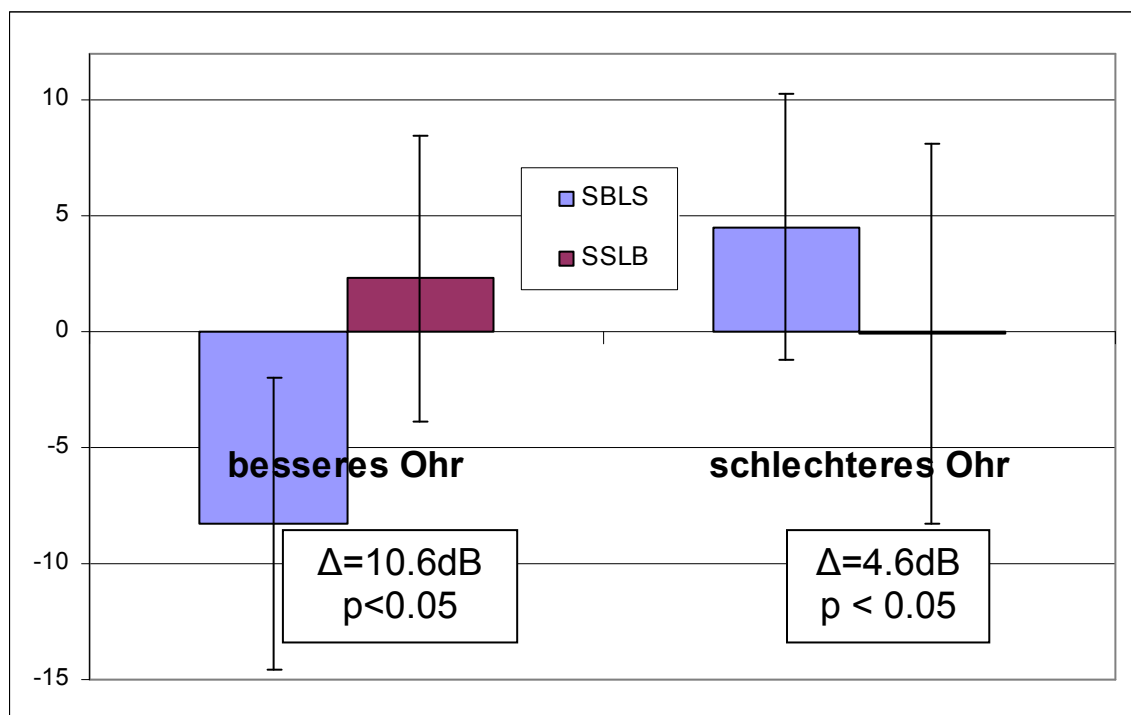


Abb.11 Head Shadow Effect. Die Skala zeigt die SNR. Der Störlärm betrug 65 dB SPL. Die bessere und die schlechtere Seite wurden getrennt getestet. Die Sprache und der Störlärm waren bei $\pm 45^\circ$. Bedingungen: Sprache besseres, Lärm schlechteres Ohr (SBL) und Sprache schlechteres, Lärm besseres Ohr (SSL). Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung an.

Verglichen wurden die objektiven Hörtestresultate mit der Dauer der Taubheit (Beginn der Taubheit bis zum ersten Implantat), mit dem Implantationsintervall (Zeit zwischen dem ersten und zweiten Implantat) und mit dem Verlauf (Zeit zwischen der zweiten Implantation und dem Zeitpunkt der Hörtests). Dies ergab eine Tendenz zur inversen Korrelation zwischen der Dauer der Taubheit und des Oldenburger Satztests in Ruhe, sowie eine positive Korrelation für den Zeitverlauf und die durchschnittlichen Lokalisationfähigkeiten. Beide Korrelationen waren jedoch nicht

statistisch signifikant. Es gab jedoch eine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Implantationsintervall und den Differenzen zwischen dem ersten und zweiten Implantat im Oldenburger Satztest in Ruhe (Abb.12, $p<0.001$, $r^2=55\%$).

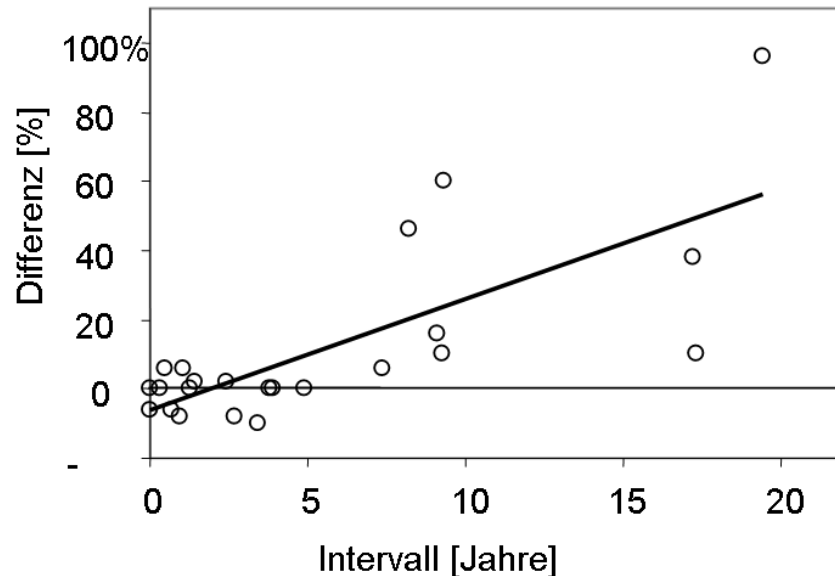
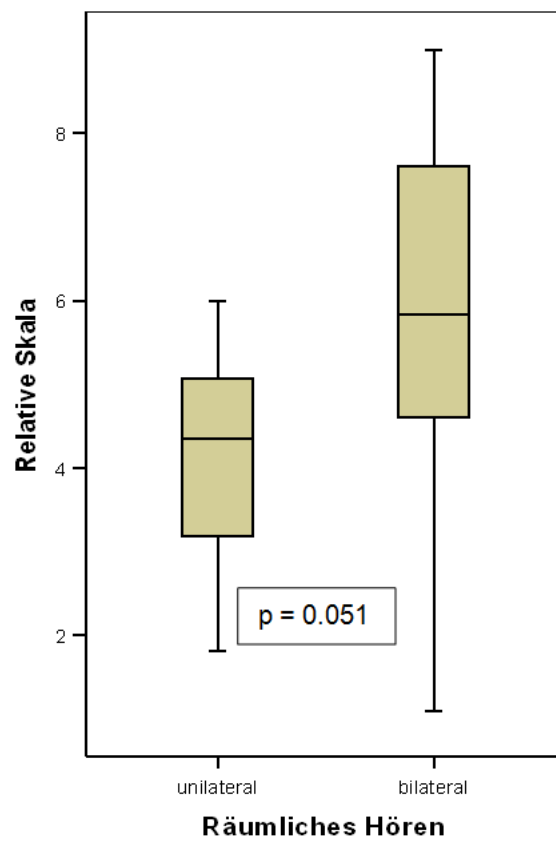
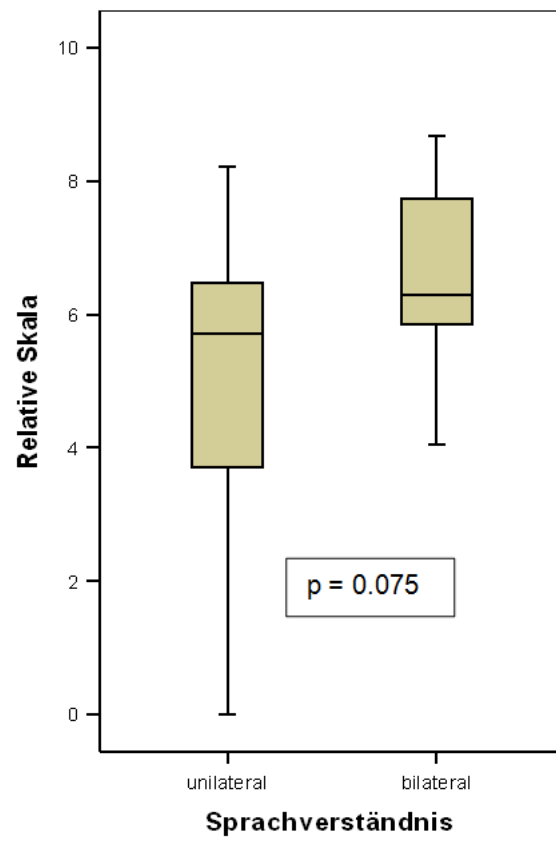


Abb.12 Lineare Regression des Implantationsintervalls in Jahren und der Differenz zwischen dem rechten und linken Implantat im Oldenburger Satztest in Ruhe ($p<0.001$, $r^2=55\%$)

Bei der Auswertung der Fragebogen zeigte sich in allen Bereichen ein Vorteil für die Gruppe der bilateral versorgten Patienten, der jedoch nicht statistisch signifikant war (Abb.13). In der Sektion des Sprachverständnisses waren die Mediane 5.7 Punkte für die unilateral und 6.3 Punkte für die bilateral implantierte Gruppe ($p=0.075$). Im Bereich des räumlichen Hörens war der Median der unilateral implantierten Gruppe 4.4 Punkte und derjenige der bilateral implantierten Gruppe 5.8 Punkte ($p=0.051$). In der Sektion der Hörqualität war der Median der unilateral implantierten Gruppe 6.4 Punkte und der Median der bilateral implantierten Gruppe 7.4 Punkte ($p=0.117$).



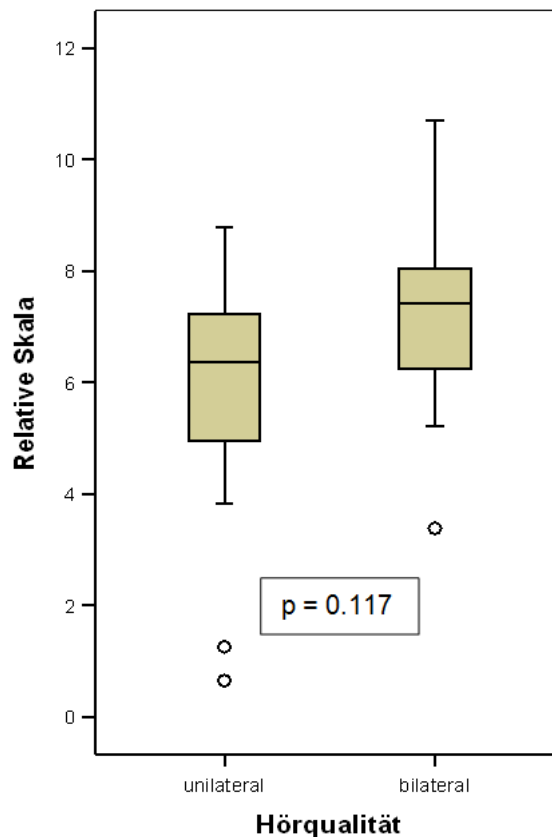


Abb.13 Boxplot Resultate des SSQ Fragebogens. Unilaterale Gruppe (n=15) versus bilaterale Gruppe (n=15). Es wurde der Median, die 25. und die 75. Perzentile dargestellt und das Minimum und das Maximum der beobachteten Werte, die keine statistischen Ausreisser sind. Die Ausreisser sind separat markiert (Hörqualität).

Am Schluss verglichen wir die objektiven Resultate der Hörtests und die subjektiven Resultate des Fragebogens miteinander (ANOVA Multivarianz). Dabei zeigten sich statistisch signifikante Korrelationen für das Räumliche Hören und für die Hörqualität. Die Resultate des räumlichen Hörens korrelierten mit dem Lokalisationstest ($p < 0.05$), das heisst, dass ein Patient mit hoher Zufriedenheit im Räumlichen Hören im Fragebogen auch ein besseres Resultat im Lokalisationstest erreichte. Die Hörqualität korrelierte mit dem Oldenburger Satztest in Ruhe ebenfalls statistisch signifikant ($p < 0.05$) und das Sprachverständnis korrelierte mit dem „Squelch Effect“ ($p = 0.078$), jedoch nicht signifikant.

5. Diskussion

Die bilateral versorgten Patienten hatten eine mittlere Standardabweichung von 57° im Lokalisationstest. Dieses Resultat entspricht in etwa den Resultaten von anderen Studien. In der Studie von Laszig et al. (1) hatten Patienten mit bilateraler Implantation einen 50° Fehler verglichen mit einem Mittelwert von 90° bei nur einseitiger Anwendung des CIs. In anderen Studien (26, 27, 28) war die Differenz zwischen unilateralen und bilateralen Bedingungen ebenfalls in diesem Rahmen.

Wie man in den Resultaten des Oldenburger Satztests in Ruhe und im Störlärm sehen kann, zeigt sich nach bilateraler Cochlea-Implantation immer ein besser und ein schlechter funktionierendes CI. Dieser Effekt beträgt durchschnittlich 18 (+/- 27) % in Ruhe (Mittelwert +/- SD, $p < 0.05$) und 3 (+/- 2.2) dB SNR in Störlärm (Mittelwert +/- SD, $p < 0.05$). Wenn bereits präoperativ evaluiert werden könnte, welche Seite postoperativ das bessere Resultat bringt, könnte man den Patienten besser beraten. Bei unseren beidseitig versorgten Patienten zeigte das zuerst operierte Ohr in 73% auch die besseren Resultate im Störlärm. Wenn aber die klinische Relevanz für ein besseres Ohr erst bei einer Seitendifferenz von 2 dB SNR oder mehr festgelegt wird (19), bleiben nur noch 45% der zuerst implantierten Ohren auch die besseren nach bilateraler Versorgung. In den restlichen 55% leisteten die zuerst versorgten Ohren weniger (9%) oder gleich viel (46%) wie die später versorgten. Dies bedeutet, dass bei immerhin 9% der Patienten nicht das bessere Ohr für die Implantation ausgewählt worden wäre, wären sie nur einseitig versorgt worden. Bei diesen Patienten war die Leistung in präoperativen Hörtests bei beiden Ohren gleich. Daher kann nur die beidseitige Versorgung den Nutzen des potentiell besseren Ohrs postoperativ garantieren. Und auch wenn das potentiell bessere Ohr mit einem CI versorgt wird, ist die unilaterale Implantation für den Patienten womöglich nicht genügend für einen optimal funktionierenden Alltag. Dies deshalb, weil der „Head Shadow Effect“ so stark ist, dass er zu einem besseren Sprachverständnis auf der Seite führt, von wo das Signal her kommt, auch wenn es die schlechtere Seite ist. Dies war der Fall in 63% unserer Patienten (10 von 16), mit einer mittleren SNR von 2.2 dB.

Die Vorteile der beidseitigen Versorgung bezüglich des „Squelch Effects“ und des „Summation Effects“ waren statistisch nicht signifikant, obwohl die Mittelwerte für die bilaterale Situation leicht besser waren. Ähnliche Resultate wurden schon in anderen Untersuchungen gefunden (2, 3, 4, 22, 29, 30). Diese Effekte scheinen aufgrund wahrscheinlich interindividueller Variation als wenig beständig und sind schwierig nachzuweisen.

Im SSQ Fragebogen bewerteten die bilateral versorgten Patienten ihre Hörfähigkeiten und -qualität besser als die unilateral Implantierten. Sie waren sehr zufrieden mit dem räumlichen Hören, auch wenn dies statistisch nicht signifikant war ($p=0.051$). Diese erfreulichen subjektiven Resultate der beidseitig versorgten Patienten zeigen sich auch in anderen Studien (22, 31, 32, 33, 34).

Bei drei Patienten war das Intervall zwischen dem ersten und dem zweiten Implantat besonders lang (17, 18 und 19 Jahre). Ihre individuellen Scores waren 5 dB SNR schlechter, 3.4 dB SNR schlechter, bzw. beim dritten Patienten war gar kein Sprachverständnis möglich, auch mit dem zweiten Implantat. Keiner von ihnen benützte eine Hörhilfe nach der ersten Implantation. Trotzdem lagen ihre Antworten im SSQ Fragebogen, der den subjektiven Benefit misst, im Bereich der Hörqualität und des Sprachverständnisses sogar leicht über dem Durchschnitt, verglichen mit den anderen bilateral implantierten Patienten. Im Bereich des räumlichen Hörens beurteilten sie sich leicht unter dem Schnitt. Das bedeutet, dass auch in schwierigen Fällen die bilaterale Versorgung ein Vorteil für den Patienten sein kann.

Der Einfluss der Zeit auf das Ergebnis wurde analysiert im Hinblick auf die Dauer der Taubheit (Beginn bis zum ersten Implantat), das Implantationsintervall (Zeit zwischen der ersten und zweiten Implantation), sowie den Verlauf (Zeit zwischen der zweiten Implantation und dem Zeitpunkt der Hörtests der Studie). In unserer Patientengruppe zeigte sich eine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Implantationsintervall und den Resultaten im Oldenburger Satztest in Ruhe. Ein kurzes Intervall zwischen den Implantationen führte zu deutlich besseren Ergebnissen beim zweiten Implantat. Obwohl es diese Tendenz auch beim Oldenburger Satztest im Störlärm gab, konnte die Korrelation nicht statistisch nachgewiesen werden. Die Resultate korrelierten nicht mit der Dauer der Taubheit

und dem Verlauf. Es lässt sich daher vermuten, dass sich die Patienten mit der Zeit so an ihr erstes Implantat gewöhnen, dass es schwierig für sie wird, sich an das zweite anzupassen, auch wenn das Implantat auf der anfangs besser hörenden Seite ist. Die schlechteren Ergebnisse bei einem besonders langen Zeitintervall zwischen den beiden Implantationen könnten auch beeinflusst sein durch die Dauer der Taubheit, da diese Zeit zur totalen Taubheitsdauer des zweiten Ohrs beiträgt. Die Taubheitsdauer konnte jedoch in unserer Studie nicht exakt gemessen werden. Bei manchen Patienten mit progressivem Hörverlust wurde der Beginn der Taubheit auf den Zeitpunkt festgelegt, an dem sie eine hochgradige Schwerhörigkeit erreichten. Bei anderen Patienten lag der Zeitpunkt der Ertaubung bei der ersten Vorstellung auf der Klinik schon eine Weile zurück, und diese Zeit konnte dann nur noch durch den Patienten selbst oder auswärtige Arztberichte geschätzt werden. Daher wäre es möglich, dass auch die Taubheitsdauer, wenn sie denn exakt gemessen werden könnte, zu einem signifikanten oder sogar noch wichtigeren Beitrag der interauralen Hördifferenz würde.

Passend zu diesen Resultaten kamen auch andere Studien bei Kindern und Erwachsenen (5, 14, 15, 16, 17, 18, 31, 35, 36) zu den Ergebnissen, dass eine Implantation so früh wie möglich nach Diagnosestellung mit möglichst kurzem Implantationsintervall zur besten Hörleistung und Sprachentwicklung führt.

Zudem scheinen Patienten mit einer kürzeren Taubheitsdauer bessere Leistungen im „Summation Test“ zu erzielen und Patienten mit einem langen Verlauf dagegen bessere Schalllokalisationsfähigkeiten zu entwickeln. Jedoch konnte für diese Zusammenhänge keine statistische Signifikanz gefunden werden.

In der ANOVA Multivarianz Analyse unserer objektiven und subjektiven Daten zeigte sich eine statistisch signifikante Korrelation der Resultate des Lokalisationstests und des Bereichs des räumlichen Hörens im Fragebogen. Ebenfalls eine statistisch signifikante Korrelation erhielten wir von den Resultaten des Oldenburger Satztests in Ruhe und den Ergebnissen des Bereichs Hörqualität im subjektiven Teil. Die Patienten mit einer hohen Zufriedenheit im Fragebogen zeigten auch ein gutes Resultat im zugehörigen Hörtest. Somit konnte die subjektive Aussage über ein

besseres Hören von den bilateral operierten Patienten auch objektiv verifiziert werden.

6. Literaturverzeichnis

1. Laszig R, Aschendorff A, Stecker M, Müller-Deile J, Maune S, Dillier N, et al. Benefits of Bilateral Electrical Stimulation with the Nucleus Cochlear Implant in Adults: 6-Month Postoperative Results. *Otol Neurotol* 2004; 25:958-968.
2. Gantz BJ, Tyler RS, Rubinstein JT, Wolaver A, Lowder M, Abbas P, Brown C, Hughes M, Preece JP. Binaural Cochlear implants placed during the same operation. *Otol Neurotol* 2002; 23:169-180.
3. Litovsky RY, Parkinson A, Arcaroli J, et al. Bilateral cochlear implants in adults and children. *Archives of Otolaryngology Head & Neck Surgery* 2004; 130:648-655.
4. Tyler RS, Gantz BJ, Rubinstein JT, et al. Three-month results with bilateral cochlear implants. *Ear and Hearing* 2002; 23(1, suppl.):80S-89S.
5. Zeitler DM, Lalwani AK, Roland JT Jr, et. al. The Effects of Cochlear Implant Electrode Deactivation on Speech Perception and in Predicting Device Failure. *Otol Neurotol* 2008 Oct 1. (Epub ahead of print)
6. Ricketts T, Lindley G, Henry P. Impact of compression and hearing aid style on directional hearing aid benefit and performance. *Ear Hear* 2001; 22:348-361.
7. Steffens T, Lesinski-Schiedat A, Strutz J, et al. The benefits of sequential bilateral cochlear implantation for hearing-impaired children. *Acta Otolaryngol.* 2007; 128:124-176.
8. Akeroyd MA. The psychoacoustics of binaural hearing. *Int J Audiol* 2006; 45:25-33
9. Festen JM, Plomp R. Speech reception threshold in noise with one and two hearing aids. *J Acoust Soc Am* 1986; 79:465-71.
10. Dillon H. *Hearing aids*. New York: Thieme press, 2001:370-440.
11. Cox RM, De Chicchis R, Wark DJ. Demonstration of binaural advantage in audiometric test rooms. *Ear Hear* 1981; 2:194-201.
12. Snik AF, Beynon AJ, Van der Pouw CT, et al. Binaural application of the bone-anchored hearing aid. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998; 107:187-93.
13. Hawley ML, Litovsky RY, Colburn HS. Speech intelligibility and localization in a multi-source environment. *J Acoust Soc Am* 1999; 105:3436-3448.

14. Connor CM, Craig HK, Raudenbush SW, et. al. The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: is there an added value for early implantation? *Ear Hear* 2006 Dec; 27(6):628-644.
15. Zwolan TA, Ashbaugh CM, Alarfaj A, et al. Pediatric cochlear implant patient performance as a function of age at implantation. *Otol Neurotol* 2004 Mar; 25(2):112-20.
16. Waltzman SB, Roland JT Jr, Cohen NL. Delayed implantation in congenitally deaf children and adults. *Otol Neurotol* 2002 May; 23(3):333-40.
17. Borg E, Bergkvist C, Bagger-Sjöbäck D. Effect on directional hearing in hunters using amplifying (level dependent) hearing protectors. *Otol Neurotol* 2008 Aug; 29(5):579-85.
18. Ramsden R, Greenham P, O'Driscoll M, et al. Evaluation of bilaterally implanted adult subjects with the nucleus 24 cochlear implant system. *Otol Neurotol* 2005 Sep; 26(5):988-98.
19. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *J Acoust Soc Am* 1997 Oct; 102(4):2412-2421.
20. Stern RM Jr, Colburn HS. Theory of binaural interaction based in auditory-nerve data. IV: A model for subjective lateral position. *J Acoust Soc Am* 1978; 64:127-140.
21. Scheich P, Nopp P, D'Haese P. Head Shadow, Squelch, and Summation Effects in Bilateral Users of the MED-EL COMBI 40/40+ Cochlear Implant. *Ear Hear* 2004; 25:197-204.
22. Litovsky R, Parkinson A, Arcaroli J, et al. Simultaneous Bilateral Cochlear Implantation in Adults: A Multicenter Clinical Study. *Ear Hear* 2006; 27:714-731.
23. Zurek PM. A note on onset effects in binaural hearing. *J Acoust Soc Am* 1993; 93:1200-1201.
24. Tyler RS, Dunn CC, Witt SA, et al. Update on bilateral cochlear implantation. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 11:388-393.
25. Gatehouse S, Noble W. The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ), *Int J Audiol* 2004 Feb; 43(2):85-99.

26. Nopp P, Schleich P, D'Haese P. Sound localization in bilateral users of MED-EL COMBI 40/40+ cochlear implants. *Ear Hear* 2004; 25:205-214.
27. Verschuur CA, Lutman ME, Ramsden R, et al. Auditory localization abilities in bilateral cochlear implant recipients. *Otol Neurotol* 2005; 26:965-971.
28. Neuman AC, Haravon A, Sislian N, et al. Sound-direction identification with bilateral cochlear implants. *Ear Hear* 2007; 28:73-82.
29. Müller J, Schön F, Helms J. Speech understanding in quiet and noise in bilateral users of the MED-EL COMBI 40/40+ cochlear implant system. *Ear Hear* 2002; 23:198-206.
30. Schön F, Müller J, Helms J. Speech reception thresholds obtained in a symmetrical four-loudspeaker arrangement from bilateral users of MED-EL cochlear implants. *Otol Neurotol* 2002; 23:710-714.
31. Beijen JW, Snik AF, Mylanus EA. Sound localization ability of young children with bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol* 2007; 28(4):479-85.
32. Noble W, Gatehouse S. Effects of bilateral versus unilateral hearing aid fitting on abilities measured by the Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ). *Int J Audiol* 2006; 45(3):172-81.
33. Sbenn P, Kompis M, Vischer M, et al. Minimum audible angle, just noticeable interaural differences and speech intelligibility with bilateral cochlear implants using clinical speech processors. *Audiol Neurotol* 2005; 10:342-352.
34. Summerfield QA, Barton GR, Toner J, et al. Self-reported benefits from successive bilateral cochlear implantation in postlingually deafened adults: randomised controlled trial. *Int J Audiol* 2006; 45:99-107.
35. Peters BR, Litovsky R, Parkinson A, et al. Importance of age and postimplantation experience on speech perception measures in children with sequential bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol* 2007; 28:649-657.
36. Papsin BC, Gordon KA. Bilateral cochlear implants should be the standard for children with bilateral sensorineural deafness. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2008 Feb; 16(1):69-74.

7. Verdankungen

Ich möchte allen, die mir die Arbeit an meiner Dissertation ermöglichten und erleichterten, ganz herzlich danken:

- Meinen Betreuern Frau Dr. med. D. Veraguth und Herrn PD Dr. med. A. Huber für die Initiative, die perfekte Einführung und Vorbereitung dieser Studie
- Herrn Dr. med. R. Laske für die persönliche Betreuung und Hilfe beim Aufbau meiner Dissertation
- Herr Prof. Dr. sc. techn. N. Dillier für die Entwicklung des Computerprogramms, ohne das die objektiven Untersuchungen nicht möglich gewesen wären
- Frau Jauch, Frau Seematter, Frau Rasi und Frau Montagnini für die administrative Hilfe
- Frau Dr. Roos für die Statistikberatung
- Meinen Eltern für die Finanzierung der Ausbildung
- Und nicht zuletzt auch allen Patienten, die freundlicherweise ihre Zeit für diese Untersuchungen zur Verfügung stellten

8. Anhang

Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale Fragebogen

Der standardisierte und validierte SSQ Fragebogen wurde zur Messung von Hörbehinderungen verschiedener Ursachen entwickelt und diente bei uns zur Erhebung subjektiver Resultate.

S[peech] S[patial] Q[ualities] version 3.1.2 I. Speech hearing rating scale

NAME _____		VERSORGUNG _____										DATUM _____		
1. Sie Sprechen mit einer anderen Person und im selben Raum läuft der Fernseher. Können Sie ohne den Fernseher leiser zu stellen verstehen, was die andere Person zu Ihnen sagt?	gar nicht											perfekt	würde es nicht hören	nicht anwendbar
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Min											Max		
2. Sie sprechen mit jemandem in einem ruhigen Zimmer mit Teppichboden. Können Sie verstehen, was die Person zu Ihnen sagt?	gar nicht											perfekt	würde es nicht hören	nicht anwendbar
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Min											Max		
3. Sie sind in einer Gruppe von ungefähr fünf Personen, die um einen Tisch sitzen. Es ist eine ruhige Umgebung. Sie können jeden in der Gruppe sehen. Können Sie verstehen, worüber die Gruppe sich unterhält?	gar nicht											perfekt	würde es nicht hören	nicht anwendbar
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Min											Max		
4. Sie sind in einer Gruppe von ungefähr fünf Personen, die in einem geschäftigen Restaurant an einem Tisch sitzen. Sie können jede Person in der Gruppe am Tisch sehen. Können Sie verstehen, worüber die Gruppe sich unterhält?	gar nicht											perfekt	würde es nicht hören	nicht anwendbar
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Min											Max		
5. Sie sprechen mit einer Person. Im Hintergrund gibt es Geräusche, z.B. ein laufender Wasserhahn oder ein Ventilator. Können Sie verstehen, was die Person Ihnen sagt?	gar nicht											perfekt	würde es nicht hören	nicht anwendbar
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Min											Max		
6. Sie sind in einer Gruppe von ungefähr fünf Personen, die in einem geschäftigen Restaurant an einem Tisch sitzen. Sie können nicht jede Person in der Gruppe am Tisch sehen. Können Sie verstehen, worüber die Gruppe sich unterhält?	gar nicht											perfekt	würde es nicht hören	nicht anwendbar
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Min											Max		

	Min	Max											
	gar nicht	perfekt										würde es nicht hören	
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>											nicht anwendbar	
7. Sie unterhalten sich mit jemandem an einem Ort, in dem es halt wie z.B. in einer Kirche oder einer Bahnhofshalle. Können Sie verstehen, was die Person Ihnen sagt?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/> oder weiss nicht	<input type="checkbox"/>
	Min	Max											
	gar nicht	perfekt										würde es nicht hören	
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>											nicht anwendbar	
8. Sie sprechen mit jemandem in einem Zimmer, in dem sich viele Menschen unterhalten. Können Sie verstehen, was die Person Ihnen sagt?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/> oder weiss nicht	<input type="checkbox"/>
	Min	Max											
	gar nicht	perfekt										würde es nicht hören	
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>											nicht anwendbar	
9. Können Sie sich mit einer Person unterhalten, wenn eine zusätzliche Person in einer anderen Tonhöhe spricht als derjenige, mit dem Sie sich unterhalten?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/> oder weiss nicht	<input type="checkbox"/>
	Min	Max											
	gar nicht	perfekt										würde es nicht hören	
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>											nicht anwendbar	
10. Sie hören jemandem zu, der mit Ihnen spricht, während Sie gleichzeitig die Nachrichten am Fernseher verfolgen. Bekommen Sie mit, was beide Personen gleichzeitig sprechen?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/> oder weiss nicht	<input type="checkbox"/>
	Min	Max											
	gar nicht	perfekt										würde es nicht hören	
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>											nicht anwendbar	
11. Sie sind in einem Gespräch mit einer Person in einem Raum wo auch viele andere Personen sich unterhalten. Können sie verstehen, was die Person sagt, die sich mit Ihnen unterhält?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/> oder weiss nicht	<input type="checkbox"/>
	Min	Max											
	gar nicht	perfekt										würde es nicht hören	
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>											nicht anwendbar	
12. Sie sind in einer Gruppe und das Gespräch wechselt von einer Person zur anderen. Können sie dem Gespräch gut folgen, wenn es von der einen zur anderen Person wechselt, ohne jedes Mal den Anfang dessen zu verpassen, was die neue Person sagt?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/> oder weiss nicht	<input type="checkbox"/>
	Min	Max											
	gar nicht	perfekt										würde es nicht hören	
	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>											nicht anwendbar	

SSQ3.1 II. Räumliches Hören

1. Sie sitzen draußen an einem Ort, wo Sie noch nie waren. Es gibt Lärm von einem Rasenmäher den Sie aber nicht sehen können. Können Sie sofort sagen, woher der Lärm kommt?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	perfekt würde es nicht hören oder weiss nicht nicht anwendbar
2. Sie sind in einer Gruppe von etwa 5 Personen, die um einen Tisch sitzen. Sie können <u>nicht</u> alle Leute am Tisch sehen. Können Sie sagen, wo jede einzelne Person sitzt, wenn sie zu sprechen anfängt?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	perfekt würde es nicht hören oder weiss nicht nicht anwendbar
3. Sie sitzen zwischen zwei Freunden. Einer fängt zu sprechen an. Können Sie ohne zu schauen sofort sagen, ob Ihr Freund auf der linken oder auf der rechten Seite spricht?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	perfekt würde es nicht hören oder weiss nicht nicht anwendbar
4. Sie sind in einem fremden Haus und es ist ruhig. Sie hören eine Tür zuschlagen. Können Sie sofort sagen, woher das Geräusch gekommen ist?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	perfekt würde es nicht hören oder weiss nicht nicht anwendbar
5. Sie sind in einem Treppenhaus von einem Gebäude mit Stockwerken über Ihnen und unter Ihnen. Sie hören Geräusche von einem anderen Stockwerk. Können Sie sofort sagen, woher die Geräusche kommen?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	perfekt würde es nicht hören oder weiss nicht nicht anwendbar
6. Sie sind draußen. Ein Hund bellt laut. Können Sie sofort sagen, wo der Hund ist, ohne hinschauen zu müssen?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	perfekt würde es nicht hören oder weiss nicht nicht anwendbar

SSQ3.1 III Hörqualität

1. Stellen Sie sich mal vor, dass Sie zwei Geräusche gleichzeitig hören, zum Beispiel Wasser, das in eine Badewanne läuft und gleichzeitig ein laufendes Radio, oder ein Lastwagen, der vorbeifährt und gleichzeitig ein Klopfen an die Tür. Können Sie den Unterschied der gleichzeitigen Geräusche hören?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht <input type="checkbox"/>	nicht anwendbar
2. Wenn Sie mehr als ein Geräusch hören, haben Sie das Gefühl dass es sich um ein einzelnes Mischgeräusch handelt?	gemischt 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min nicht gemischt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht <input type="checkbox"/>	nicht anwendbar
3. Sie sind in einem Zimmer, wo Musik gespielt wird. Jemand fängt an zu sprechen. Werden Sie es merken, dass jemand angefangen hat zu sprechen?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht <input type="checkbox"/>	nicht anwendbar
4. Finden Sie es einfach, eine Person nur an ihrer Stimme zu erkennen?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht <input type="checkbox"/>	nicht anwendbar
5. Im Radio oder auf einer CD läuft ein Lied, das Sie kennen. Ist es leicht für Sie, nur vom Zuhören her zu sagen, um welches Lied es sich handelt?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht <input type="checkbox"/>	nicht anwendbar

12. Klingt Ihre eigene Stimme natürlich für Sie?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min	perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht	nicht anwendbar <input type="checkbox"/>
13. Können Sie die Stimmung einer anderen Person einfach an deren Stimme abschätzen?	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min	perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht	nicht anwendbar <input type="checkbox"/>
14. Müssen Sie sich sehr stark konzentrieren wenn Sie jemandem zuhören?	stark konzentrieren 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min	nicht konzentrieren Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht	nicht anwendbar <input type="checkbox"/>
15. [nur für Langzeit beidseitige Versorgung] Wenn Sie ein Hörgerät abstellen und das andere nicht anpassen/verstellen, tönt dann alles unnatürlich leise?	zu leise 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min	nicht zu leise Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht	nicht anwendbar <input type="checkbox"/>
16. Wenn Sie in einem Auto der Fahrer sind, können Sie dann einfach verstehen, was der Beifahrer Ihnen sagt? [einseitiger Gebrauch, welche, warum?]	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min	perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht	nicht anwendbar <input type="checkbox"/>
17. Wenn Sie der Beifahrer in einem Auto sind, können Sie dann einfach verstehen, was der Fahrer Ihnen sagt? [einseitiger Gebrauch, welche, warum?]	gar nicht 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min	perfekt Max	würde es nicht hören <input type="checkbox"/> oder weiss nicht	nicht anwendbar <input type="checkbox"/>

9. Curriculum Vitae

Andrea Binkert

29.11.84	Geboren in Zürich
1991-96	Primarschule in Zufikon
1996-00	Bezirksschule Bremgarten
2000-04	Kantonsschule Wohlen (Matura mit Schwerpunktfach Spanisch und Ergänzungsfach Biologie)
2004-09	Medizinstudium in Zürich